Kingdom of Thailand

☞ EDICT OF GOVERNMENT ☜

In order to promote public education and public safety, equal justice for all, a better informed citizenry, the rule of law, world trade and world peace, this legal document is hereby made available on a noncommercial basis, as it is the right of all humans to know and speak the laws that govern them.

TIS 293-2541 (1998) (Thai): PVC-insulated aluminium cables

BLANK PAGE

BRUTUM FULMEN
IGNORANTIA JURIS NON EXCUSAT
PROTECTED BY COPYRIGHT

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม
สายไฟฟ้าอะลูมิเนียม
หุ้มด้วยฉนวนโพลิไวนิลคลอไรด์

1. ขอบข่าย

1.1 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้กำหนด ชนิด ขนาด คุณลักษณะที่ต้องการ การบรรจุ เครื่องหมายและฉลาก การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน และการทดสอบสายไฟฟ้าอะลูมิเนียมหุ้มด้วยฉนวนโพลิไวนิลคลอไรด์ที่ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับไม่เกิน 750 โวลต์ และตัวนำที่มีอุณหภูมิไม่เกิน 70 องศาเซลเซียส ซึ่งต่อไปในมาตรฐานนี้จะเรียกว่า “สายไฟฟ้า”

1.2 มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ครอบคลุมเฉพาะสายไฟฟ้าแกนเดี่ยวที่ใช้ภายนอกอาคาร โดยใช้ร่วมกับตุ้มและลูกถ้วยรับสายไฟฟ้า

2. บทนิยาม

ความหมายของคำที่ใช้ในมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมนี้ มีดังต่อไปนี้

2.1 โพลิไวนิลคลอไรด์หรือพีวีซี (polyvinylchloride) หมายถึง ส่วนผสมของสารโพลิไวนิลคลอไรด์กับสารอื่นที่ประกอบขึ้น เพื่อให้มีสมบัติตามที่ต้องการ ซึ่งอาจเป็นพลาสโตเมอร์โพลิไวนิลคลอไรด์ หรือมีโคโพลิเมอร์ผสมอยู่ด้วย หรือเป็นส่วนผสมที่ประกอบด้วยสารโพลิไวนิลคลอไรด์ และโพลิเมอร์บางตัวของสารโพลิไวนิลคลอไรด์

2.2 แกน หมายถึง ตัวนำรวมทั้งฉนวนที่หุ้ม

2.3 ตัวนำ หมายถึง ลวดอะลูมิเนียมที่มีพื้นที่หน้าตัดกลม อาจจะเป็นเส้นเดียวหรือหลายเส้นตีเกลียว

2.4 ตัวนำตีเกลียว หมายถึง ตัวนำที่ประกอบด้วยกลุ่มของลวดตีเกลียวร่วมศูนย์กลางเดียวกัน

2.5 ตัวนำอัดแน่น (compact) หมายถึง ตัวนำตีเกลียวที่อัดให้แน่นโดยใช้แรงกดทางกลหรือโดยกรรมวิธีอื่น

2.6 แรงดันไฟฟ้า หมายถึง แรงดันไฟฟ้าที่เป็นค่ารากกำลังสองเฉลี่ย

2.7 ความยาวการตีเกลียว หมายถึง ความยาววัดตามแนวแกนของการเวียนแบบเกลียวทรงกระบอก (helix) ครบหนึ่งรอบของลวดเส้นใดเส้นหนึ่งของตัวนำตีเกลียว

2.8 อัตราส่วนการตีเกลียว หมายถึง อัตราส่วนของความยาวการตีเกลียวต่อค่าเฉลี่ยของเส้นผ่านศูนย์กลางภายนอกของตัวนำตีเกลียวในชั้นการตีเกลียวของลวดเส้นนั้น

2.9 อุณหภูมิสูงสุดของตัวนำในขณะใช้งาน หมายถึง อุณหภูมิสูงสุดซึ่งอาจเกิดขึ้นกับตัวนำในขณะใช้งานตามปกติ อุณหภูมิดังกล่าวนี้ เกิดขึ้นจากอุณหภูมิของอากาศโดยรอบสายไฟฟ้ากับอุณหภูมิที่เกิดจากความร้อนเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านตัวนำ

2.10 ค่ามัธยฐาน หมายถึง ค่าตรงกลาง ถ้าจำนวนค่าทั้งหมดเป็นเลขคี่ หรือ หมายถึง ค่าเฉลี่ยของค่าตรงกลาง 2 ค่า ถ้าจำนวนค่าทั้งหมดเป็นเลขคู่ เมื่อค่าที่ได้จากผลการทดสอบมีหลายค่าและเรียงตามลำดับจากมากไปหาน้อย หรือจากน้อยไปหามาก

3. ชนิด

3.1 สายไฟฟ้าแบ่งออกได้ 2 ชนิด ดังนี้

3.1.1 ชนิดตัวนำไม่อัดแน่น

3.1.2 ชนิดตัวนำอัดแน่น

4. ขนาด

4.1 ขนาดและรายละเอียดของสายไฟฟ้า ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1 แ ละตารางที่ 2

ตารางที่ 1 รายละเอียดของสายไฟฟ้าชนิดตัวนำไม่อัดแน่น

(ข้อ 4.1, ข้อ 5.1.2.1, ข้อ 5.2.2, ข้อ 5.5 ภาคผนวก ก. และภาคผนวก ข.)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดจริงจากการคำนวณ 1) ตารางมิลลิเมตร	จำนวนเส้นลวดในตัวนำ เส้น	เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด มิลลิเมตร	เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำ 2) โดยการคำนวณ มิลลิเมตร	ความหนาเฉลี่ยของฉนวน มิลลิเมตร	ความต้านทานสูงสุดของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส โอห์มต่อกิโลเมตร	แรงดึงของตัวนำจากการคำนวณ 3) นิวตัน	มวลของตัวนำโดยประมาณ กิโลกรัม 4) ต่อกิโลเมตร
10	9.54	1	3.49	3.49	1.1	3.08	1 562	26
10	9.64	7	1.32	3.96	1.1	3.08	1 769	27
16	15.39	1	4.43	4.43	1.1	1.91	2 445	42
16	15.55	7	1.68	5.04	1.1	1.91	2 781	43
25	24.75	7	2.12	6.36	1.3	1.20	4 241	68
35	34.21	7	2.49	7.47	1.3	0.868	5 703	94
50	46.32	7	2.90	8.70	1.5	0.641	7 423	128
50	46.32	19	1.76	8.80	1.5	0.641	8 114	128
70	67.03	19	2.12	10.60	1.5	0.443	11 487	185
95	92.79	19	2.49	12.45	1.7	0.320	15 470	256
120	117.37	19	2.80	14.00	1.7	0.253	18 810	324
120	117.37	37	2.01	14.07	1.7	0.253	20 114	324
150	144.15	37	2.23	15.61	1.9	0.206	24 704	398
185	181.06	37	2.50	17.50	2.1	0.164	30 187	500
240	237.55	61	2.23	20.07	2.3	0.125	38 568	655
300	296.94	61	2.49	22.41	2.5	0.100	46 901	819
400	381.67	61	2.82	25.38	2.7	0.0778	57 948	1 053
500	490.81	61	3.20	28.80	3.1	0.0605	73 194	1 354

หมายเหตุ 1) *ดูภาคผนวก ข.*
2) *ดูภาคผนวก ค.*
3) *ดูภาคผนวก ง.*
4) *ดูภาคผนวก จ.*

ตารางที่ 2 รายละเอียดของสายไฟฟ้าชนิดตัวนำอัดแน่น
(ข้อ 4.1 ข้อ 5.1.3.1, ข้อ 5.2.2, ข้อ 5.5, ภาคผนวก ก, และภาคผนวก ข)

พื้นที่หน้าตัดระบุ ตารางมิลลิเมตร	พื้นที่หน้าตัดจริงจากการคำนวณ 1) ตารางมิลลิเมตร	จำนวนเส้นลวดในตัวนำต่ำสุด เส้น	เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด		ความหนาเฉลี่ยของฉนวน มิลลิเมตร	ความต้านทานสูงสุดของตัวนำที่ 20 องศาเซลเซียส โอห์มต่อกิโลเมตร	แรงดึงของตัวนำจากการคำนวณ 2) นิวตัน	มวลของตัวนำโดยประมาณ กิโลกรัม 3) ต่อกิโลเมตร
			ต่ำสุด มิลลิเมตร	สูงสุด มิลลิเมตร				
10	9.64	6	3.5	4.1	1.1	3.08	1 768	27
16	15.55	6	4.6	5.2	1.1	1.91	2 734	43
25	24.75	6	5.6	6.5	1.3	1.20	4 120	68
35	34.21	6	6.6	7.5	1.3	0.868	5 591	94
50	46.32	6	7.7	8.6	1.5	0.641	7 313	128
70	67.03	12	9.3	10.2	1.5	0.443	10 420	185
95	92.79	15	11.0	12.0	1.7	0.320	14 098	256
120	117.37	15	12.5	13.5	1.7	0.253	18 518	324
150	144.15	15	13.9	15.0	1.9	0.206	22 457	398
185	181.06	30	15.5	16.8	2.1	0.164	28 974	500
240	237.55	30	17.8	19.2	2.3	0.125	37 506	655
300	296.94	30	20.0	21.6	2.5	0.100	45 642	819
400	381.67	53	22.9	24.6	2.7	0.0778	56 992	1 053
500	490.81	53	25.7	27.6	3.1	0.0605	72 195	1 354

หมายเหตุ *1) ดูภาคผนวก ข.*
2) ดูภาคผนวก ง.
3) ดูภาคผนวก จ.

5. คุณลักษณะที่ต้องการ

5.1 ตัวนำ

5.1.1 ตัวนำไม่อัดแน่นและตัวนำอัดแน่น ต้องทำด้วยลวดอะลูมิเนียมรีดแข็ง (hard drawn) ซึ่งมีคุณสมบัติทางกลและทางไฟฟ้าตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานนี้ ลวดต้องเรียบและปราศจากข้อบกพร่องที่เป็นผลเสียต่อการใช้งาน

5.1.2 ตัวนำไม่อัดแน่น

5.1.2.1 จำนวนเส้นลวดให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 1
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.1.2.2 รอยต่อในลวดและการตีเกลียว ให้เป็นไปตาม มอก.85

5.1.2.3 เกณฑ์ความคลาดเคลื่อนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดให้เป็นไปตามที่กำหนดดังนี้
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.11

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด มิลลิเมตร	เกณฑ์ความคลาดเคลื่อน
น้อยกว่า 2.50 2.50 ขึ้นไป	± 0.025 มิลลิเมตร ± ร้อยละ 1

5.1.3 ตัวนำอัดแน่น

5.1.3.1 จำนวนเส้นลวดต่ำสุด ให้เป็นไปตามที่กำหนดในตารางที่ 2
การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจ

5.1.3.2 รอยต่อในลวด ให้เป็นไปตาม มอก.85

5.1.3.3 เกลียว

(1) สำหรับตัวนำที่มีขนาดไม่เกิน 150 ตารางมิลลิเมตร อัตราส่วนการตีเกลียวของแต่ละชั้นต้องไม่น้อยกว่า 11 แต่ไม่เกิน 17.5

(2) สำหรับตัวนำที่มีขนาดเกิน 150 ตารางมิลลิเมตร อัตราส่วนการตีเกลียวของชั้นนอกสุดต้องไม่น้อยกว่า 8 แต่ไม่เกิน 16

(3) ชั้นของเกลียว ซึ่งอยู่ติดกันจะมีทิศทางของเกลียวทางเดียวกันหรือสวนกันก็ได้ แต่ชั้นนอกสุดต้องมีทิศทางของเกลียวทางขวา ลวดในแต่ละชั้นต้องอยู่ชิดกันและเรียบเสมอกันหมด

(4) ในตัวนำซึ่งมีลวดหลายชั้น อัตราส่วนการตีเกลียวของชั้นนอกต้องไม่เกินอัตราส่วนการตีเกลียวของชั้นในซึ่งอยู่ถัดเข้าไป

การทดสอบให้ทำโดยการตรวจพินิจและการทดสอบตาม มอก.11

5.1.3.4 อัตราส่วนของเส้นผ่านศูนย์กลางของลวด ที่มีค่าต่างกันในตัวนำก่อนอัดแน่นต้องไม่เกิน 2

5.2 ฉนวน

5.2.1 การหุ้มฉนวนต้องหุ้มให้แนบชิดตัวนำ และต้องทำให้ปอกฉนวนออกได้ง่ายโดยไม่ทำให้ตัวนำชำรุด

5.2.2 ความหนาเฉลี่ยของฉนวน ต้องไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 ความหนาของฉนวนที่จุดใดจุดหนึ่งอาจบางกว่าที่กำหนดได้แต่จะบางกว่าได้ไม่เกิน 0.1 มิลลิเมตรบวก ร้อยละ 10 ของค่าที่กำหนด

5.2.3 สีของฉนวนให้เป็นสีดำ นอกจากมีการตกลงเป็นอย่างอื่น ระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.11

5.3 ความคงทนของเครื่องหมาย
เครื่องหมายที่สายไฟฟ้าต้องมีความคงทนและไม่ลบเลือนง่าย
การทดสอบให้ปฏิบัติตามข้อ 9.1

5.4 คุณสมบัติทางกลของลวด ต้องมีค่าไม่น้อยกว่าค่าที่กำหนดใน ตารางที่ 3
การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.85 ในกรณีสายไฟฟ้าชนิดตัวนำอัดแน่นให้ชักตัวอย่างจากเส้นลวดก่อนตีเกลียว

ตารางที่ 3 คุณสมบัติทางกลของลวดอะลูมิเนียมรีดแข็ง
(ข้อ 5.4)

เส้นผ่านศูนย์กลาง	ความเค้นดึงอันติมะต่ำสุด (minimum ultimate tensile stress) นิวตัน (กิโลกรัมแรง) ต่อตารางมิลลิเมตร		ความยืดต่ำสุดก่อนตีเกลียว
มิลลิเมตร	ก่อนตีเกลียว	หลังตีเกลียว	ร้อยละ
1.25	200.0 (20.4)	190.2 (19.4)	1.2
1.50	193.2 (19.7)	183.4 (18.7)	1.3
1.75	188.3 (19.2)	178.5 (18.2)	1.3
2.00	184.4 (18.8)	175.5 (17.9)	1.4
2.25	180.4 (18.4)	171.6 (17.5)	1.5
2.50	175.5 (18.0)	167.6 (17.1)	1.5
2.75	172.6 (17.6)	163.8 (16.7)	1.6
3.00	168.7 (17.2)	159.8 (16.3)	1.6
3.25	165.7 (16.9)	156.9 (16.0)	1.7
3.50	163.8 (16.7)	156.0 (15.9)	1.7
3.75	161.8 (16.5)	154.0 (15.7)	1.8
4.00	159.8 (16.3)	152.0 (15.5)	1.9
4.25	159.8 (16.3)	152.0 (15.5)	2.0
4.50	158.9 (16.2)	151.0 (15.4)	2.0
4.75	158.9 (16.2)	151.0 (15.4)	2.0
5.00	158.9 (16.2)	151.0 (15.4)	2.0

หมายเหตุ สำหรับเส้นลวดที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางไม่ตรงกับตัวเลขในตารางให้ถือเอาค่าของเส้นผ่านศูนย์กลางใหญ่กว่าซึ่งอยู่ถัดไปแทน

5.5 สภาพต้านทานของลวดอะลูมิเนียม ต้องมีค่าไม่เกิน 28.264 โอห์มตารางมิลลิเมตรต่อกิโลเมตร ที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความต้านทานของตัวนำต้องมีค่าไม่เกิน ค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 และตารางที่ 2 การทดสอบให้ปฏิบัติตาม มอก.85 ในกรณีสายไฟฟ้าชนิดตัวนำอัดแน่นให้ชักตัวอย่างจากเส้นลวดก่อนตีเกลียวมาทำการทดสอบ

5.6 ความทนทางไฟฟ้าของสายไฟฟ้า

เมื่อทดสอบตามมอก. 11 ฉนวนของสายไฟฟ้าต้องไม่เสียสภาพฉับพลันหรือวาบไฟตามผิว

5.7 ความต้านแรงดึงและความยืดของฉนวน

5.7.1 ความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน

ค่ามัธยฐานของความต้านแรงดึงต้องไม่น้อยกว่า 12.5 เมกะพาสคัล

ค่ามัธยฐานของความยืดต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 125

5.7.2 ความต้านแรงดึงและความยืดภายหลังเร่งอายุใช้งาน

ความแตกต่างระหว่างค่ามัธยฐานภายหลังเร่งอายุใช้งานกับค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งานต้องไม่เกินร้อยละ 20 ของค่ามัธยฐานก่อนเร่งอายุใช้งาน

การทดสอบให้ปฏิบัติตามมอก. 11

5.8 การสูญเสียมวลของฉนวน

เมื่อทดสอบฉนวนตามมอก. 11 การสูญเสียมวลของฉนวนต้องไม่เกิน 2.0 มิลลิกรัมต่อตารางเซนติเมตร

5.9 ความทนของฉนวนต่อการช็อกด้วยความร้อน

เมื่อทดสอบตาม มอก.11 โดยใช้อุณหภูมิทดสอบ 120 ± 3 องศาเซลเซียส ฉนวนต้องไม่แตกราน

5.10 การเปลี่ยนรูปของฉนวนขณะมีแรงกดที่อุณหภูมิสูง

เมื่อทดสอบฉนวนตามมอก.11 ค่ามัธยฐานของความลึกที่รอยกดต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของความหนาเฉลี่ยของชิ้นทดสอบ

5.11 ความทนต่อแสงอาทิตย์

เมื่อทดสอบฉนวนตาม ข้อ 9.2.1 หรือ 9.2.2 อัตราส่วนระหว่างค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึง และความยืดภายหลังทดสอบความทนต่อแสงอาทิตย์ กับค่าเฉลี่ยของความต้านแรงดึงและความยืดก่อนทดสอบความทนต่อแสงอาทิตย์ ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 85

6. การบรรจุ

6.1 หน่วยบรรจุให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขายซึ่งอาจเป็น ล้อ ม้วน ขด (ความยาวของสายไฟฟ้าในแต่ละหน่วยบรรจุให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อและผู้ขาย)

6.2 หน่วยบรรจุ ให้มีสิ่งป้องกันสายไฟฟ้าไม่ให้เสียหายเนื่องจากการเคลื่อนย้ายและขนส่ง ทั้งนี้ให้เป็นไปตามข้อตกลงระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

7. เครื่องหมายและฉลาก

7.1 ที่สายไฟฟ้าทุกหน่วยบรรจุ ทุกระยะห่างไม่เกิน 500 มิลลิเมตร อย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมาย แจ้งรายละเอียดต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) ข้อความ "พีวีซี 70 ^{0}C"

(2) ชนิด

(3) ชื่อหรือสัญลักษณ์ของสายไฟฟ้าและหมายเลขตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

(4) ขนาดแรงดันไฟฟ้า

(5) พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ

(6) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

7.2 ที่ภายนอกหน่วยบรรจุสายไฟฟ้าอย่างน้อยต้องมีเลข อักษร หรือเครื่องหมายแสดงข้อความต่อไปนี้ ให้เห็นได้ง่าย ชัดเจน และไม่ลบเลือน

(1) ข้อความ "พีวีซี 70 ^{0}C"

(2) ชนิด

(3) ชื่อหรือสัญลักษณ์ของสายไฟฟ้าและหมายเลขตารางที่ 1 หรือตารางที่ 2

(4) ขนาดแรงดันไฟฟ้า

(5) พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ

(6) ความยาว เป็นเมตร

(7) น้ำหนักสุทธิ เป็นกิโลกรัม ในกรณีเป็นล้อให้ระบุน้ำหนักรวมด้วย

(8) เดือนปีที่ทำ

(9) ในกรณีที่หน่วยบรรจุเป็นล้อ ให้มีลูกศรแสดงทิศทางการกลิ้งล้อ และตำแหน่งปลายสาย

(10) ชื่อผู้ทำหรือโรงงานที่ทำ หรือเครื่องหมายการค้าที่จดทะเบียน

7.3 ในกรณีที่ใช้ภาษาต่างประเทศ ต้องมีความหมายตรงกับภาษาไทยที่กำหนดไว้ข้างต้น

8. การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน

8.1 รุ่น ในที่นี้ หมายถึง สายไฟฟ้าชนิดเดียวกัน พื้นที่หน้าตัดระบุของตัวนำ จำนวนและเส้นผ่านศูนย์กลางของเส้นลวดในตัวนำอย่างเดียวกัน ที่ทำติดต่อในคราวเดียว หรือส่งมอบหรือซื้อขายในระยะเวลาเดียวกัน

8.2 การชักตัวอย่างและเกณฑ์ตัดสิน ให้เป็นไปตามแผนการชักตัวอย่างที่กำหนดต่อไปนี้ หรืออาจใช้แผนการชักตัวอย่างอื่นที่เทียบเท่ากันทางวิชาการกับแผนที่กำหนดไว้

8.2.1 การชักตัวอย่าง

8.2.1.1 ให้ชักตัวอย่างสายไฟฟ้าไปทดสอบจากรุ่นเดียวกัน 30 เมตร จากหน่วยบรรจุในแต่ละรุ่นตามหมายเลขของหน่วยบรรจุ นอกจากจะตกลงกันเป็นอย่างอื่นระหว่างผู้ซื้อกับผู้ขาย

8.2.1.2 สำหรับสายไฟฟ้าชนิดตัวนำไม่อัดแน่น การทดสอบในข้อ 5.4 และข้อ 5.5 ให้ชักตัวอย่างเส้นลวดโดยเลือกจากตัวอย่าง 30 เมตร จากหน่วยบรรจุในแต่ละรุ่น ตามหมายเลขของหน่วยบรรจุ

8.2.1.3 สำหรับสายไฟฟ้าชนิดตัวนำอัดแน่น การทดสอบในข้อ 5.4 และข้อ 5.5 ให้ชักตัวอย่างเส้นลวดก่อนตีเกลียว โดยเลือกจากตัวอย่าง 30 เมตร จากหน่วยบรรจุในแต่ละรุ่น ตามหมายเลขของหน่วยบรรจุ

8.2.2 เกณฑ์ตัดสิน

ตัวอย่างต้องเป็นไปตามข้อ 4. ข้อ 5. ข้อ 6. และข้อ 7. ทุกรายการ จึงจะถือว่าสายไฟฟ้ารุ่นนั้นเป็นไปตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม

9. การทดสอบ

9.1 ความคงทนของเครื่องหมาย

ใช้ผ้าที่ชุ่มน้ำถูเครื่องหมายที่สายไฟฟ้า แล้วตรวจพินิจ เครื่องหมายต้องยังคงติดแน่นและเห็นได้ชัดเจน

9.2 ความทนต่อแสงอาทิตย์

9.2.1 การทดสอบแบบคาร์บอนอาร์ค (carbon-arc test) เป็นเวลา 300 ชั่วโมง

9.2.1.1 เครื่องทดสอบ

เครื่องทดสอบเป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน UL 1581

9.2.1.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

(1) ตัดสายไฟฟ้าตัวอย่าง จำนวน 5 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน แต่ละชิ้นยาวพอเหมาะและเพียงพอที่จะนำไปใช้ทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตาม มอก.11

(2) ตัดสายไฟฟ้าตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น โดยเลือกเอาจากบริเวณที่อยู่ติดกับตัวอย่างในข้อ (1) เพื่อนำมาเร่งอายุใช้งานตามข้อ 9.2.1.3

9.2.1.3 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม UL 1581 โดย

(1) ตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำเป็นเวลา 3 นาที อย่างต่อเนื่อง แล้วหยุดฉีดพ่นน้ำเป็นเวลา 17 นาที นับเป็น 1 วัฏจักร โดยที่มีคาร์บอนอาร์คทำงานตลอดวัฏจักรนั้น ให้ทำเช่นนี้ซ้ำอีกจนครบ 300 ชั่วโมง

(2) น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาดมีค่า pH 6.0 ถึง 8.0 อุณหภูมิ 16.0 ± 5.0 องศาเซลเซียส น้ำที่ใช้ห้ามนำมาฉีดพ่นอีก นอกจากปรับสภาพน้ำให้มีคุณภาพเหมือนเดิม

(3) นำชิ้นทดสอบออกจากตู้ทดสอบ แล้วปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้อง ที่ไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง และไม่มากกว่า 96 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตาม มอก.11

9.2.1.4 การรายงานผล

ให้รายงานผลความต้านแรงดึงและความยืดเป็นค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธีคำนวณความต้านแรงดึงและความยืดตาม มอก.11

9.2.2 การทดสอบแบบซีนอนอาร์ค (xenon-arc test) เป็นเวลา 420 ชั่วโมง

9.2.2.1 เครื่องทดสอบ

ให้เป็นไปตามที่กำหนดในมาตรฐาน UL 1581

9.2.2.2 การเตรียมชิ้นทดสอบ

(1) ตัดสายไฟฟ้าตัวอย่าง จำนวน 5 ชิ้น สำหรับทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดก่อนเร่งอายุใช้งาน แต่ละชิ้นยาวพอเหมาะและเพียงพอที่จะนำไปใช้ทดสอบความต้านแรงดึงและความยืดตามมอก.11

(2) ตัดสายไฟฟ้าตัวอย่างจำนวน 5 ชิ้น โดยเลือกเอาจากบริเวณที่อยู่ติดกับตัวอย่างในข้อ (1) เพื่อนำมาบ่มตามข้อ 9.2.2.3

9.2.2.3 วิธีทดสอบ

ให้ปฏิบัติตาม UL 1581 โดย

(1) ตั้งเครื่องฉีดพ่นน้ำเป็นเวลา 18 นาที อย่างต่อเนื่อง แล้วหยุดฉีดพ่นน้ำเป็นเวลา 102 นาที นับเป็น 1 วัฏจักร โดยที่มีซีนอนอาร์คทำงานตลอดวัฏจักรนั้น ให้ทำเช่นนี้ซ้ำอีกจนครบ 420 ชั่วโมง

(2) น้ำที่ใช้ต้องเป็นน้ำสะอาดมีค่า pH 6.0 ถึง 8.0 อุณหภูมิ 16.0 $\pm$ 5.0 องศาเซลเซียส น้ำที่ใช้ห้ามนำมาฉีดพ่นอีก นอกจากจะปรับสภาพน้ำให้มีคุณภาพเหมือนเดิม

(3) นำชิ้นทดสอบออกจากเครื่องทดสอบ แล้วปล่อยทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องไม่ให้ถูกแสงอาทิตย์โดยตรง เป็นเวลาไม่น้อยกว่า 16 ชั่วโมง และไม่มากกว่า 96 ชั่วโมง แล้วนำไปทดสอบความต้านแรงดึง และความยืดตามมอก. 11

9.2.2.4 การรายงานผล

ให้รายงานผลความต้านแรงดึงและความยืดเป็นค่าเฉลี่ย โดยใช้วิธีคำนวณความต้านแรงดึงและความยืดตาม มอก.11

ภาคผนวก ก.

การทดสอบการดึงของตัวนำตีเกลียว
(ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

ก.1 การทดสอบการดึงของตัวนำตีเกลียว จะกระทำต่อเมื่อมีการตกลงกันระหว่างผู้ทำกับผู้ซื้อ ใช้ตัวอย่างจากตัวนำตีเกลียว ซึ่งเมื่อใส่เข้าไปในเครื่องทดสอบแรงดึงแล้วต้องมีระยะทางระหว่างปากจับไม่น้อยกว่า 1 เมตร ตัวนำตีเกลียวต้องสามารถทนแรงดึงได้อย่างน้อยร้อยละ 95 ของแรงดึงที่กำหนดในตารางที่ 1 และตารางที่ 2

ภาคผนวก ข.
การคำนวณพื้นที่หน้าตัดจริงของตัวนำ
(ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

พื้นที่หน้าตัดจริงคำนวณโดยอาศัยข้อมูลจาก IEC 228 และใช้สูตรดังนี้

$$\frac{n\pi d^2}{4} = \frac{A K_1 K_2 K_3}{Rdc}$$

เมื่อ $\frac{n\pi d^2}{4}$ คือ พื้นที่หน้าตัดจริง เป็นตารางมิลลิเมตร

A คือ สภาพต้านทานของอะลูมิเนียม
มีค่า 28.264 โอห์มตารางมิลลิเมตรต่อกิโลเมตรที่ 20 องศาเซลเซียส

n คือ จำนวนเส้นลวดในตัวนำ

d คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดในตัวนำ เป็นมิลลิเมตร

Rdc คือ ความต้านทานที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นโอห์มต่อกิโลเมตร

K_1 คือ ตัวประกอบขึ้นกับเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดในตัวนำขึ้นกับชนิดของโลหะและเป็นลวดเคลือบหรือไม่

ค่า K_1 มีค่าดังนี้

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดในตัวนำสูงสุด มิลลิเมตร	K_1	
	ตัวนำตัน	ตัวนำตีเกลียว
มากกว่า 0.05 ถึง 0.10	-	1.12
มากกว่า 0.10 ถึง 0.31	-	1.07
มากกว่า 0.31 ถึง 0.91	1.05	1.04
มากกว่า 0.91 ถึง 3.60	1.04	1.03
มากกว่า3.60 ขึ้นไป	1.04	-

K_2 คือ ตัวประกอบขึ้นกับวิธีการตีเกลียว
1.02 สำหรับตัวนำตีเกลียว
1.00 สำหรับตัวนำตัน

K_3 คือ ตัวประกอบขึ้นกับวิธีที่แกนพันกัน 1.00 สำหรับสายแกนเดี่ยวและสายอ่อน และสายหลายแกนและสายอ่อนที่แกนไม่ได้พันกัน

ภาคผนวก ค.

การคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางของลวดในตัวนำ
(ตารางที่ 1)

เส้นผ่านศูนย์กลางของลวดในตัวนำ คำนวณจากสูตร

$\frac{n\pi d^2}{4}$ = พื้นที่หน้าตัดจริงของตัวนำ เป็นตารางมิลลิเมตร

เมื่อ d = เส้นผ่านศูนย์กลางโดยการคำนวณ (ผนวก ข.)

n = จำนวนเส้นลวด

ภาคผนวก ง.

การคำนวณแรงดึงของตัวนำ
(ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

แรงดึงของตัวนำ = $\frac{\pi}{4}$ x (เส้นผ่านศูนย์กลางของลวด)^2 x 0.95 (ไม่เกิน 37 เส้น) หรือ

x 0.90 (เกิน 37 เส้น) หรือ

x ความเค้นดึงอันติมะต่ำสุดตาม มอก.85

ภาคผนวก จ.

การคำนวณมวลของตัวนำ

(ตารางที่ 1 และตารางที่ 2)

มวลของตัวนำ = $D \times \frac{n\pi d^2}{4} \times L \times$ ค่าการสูญเสียของเลย์ประสิทธิผล (effective lay loss)

เมื่อ D คือ ความหนาแน่นของอะลูมิเนียม มีค่า 2.705 กรัมต่อลูกบาศก์เซนติเมตร ที่ 20 องศาเซลเซียส

$\frac{n\pi d^2}{4}$ คือ พื้นที่หน้าตัดจริงของตัวนำโดยการคำนวณเป็นตารางมิลลิเมตร

L คือ ความยาว เป็นกิโลเมตร

การสูญเสียของเลย์ประสิทธิผล หาได้จากสูตร

$$LL_i = \sqrt{1 + \left(\frac{\pi D_i}{L_i}\right)^2}$$

เมื่อ LL_i คือ การสูญเสียของเลย์ของตัวนำชั้นที่ i

D_i คือ เส้นผ่านศูนย์กลางของตัวนำชั้นที่ i

L_i คือ ความยาวเลย์ของตัวนำชั้นที่ i

$$LL_{eff} = \frac{1 + \sum n_i LL_i}{N}$$

เมื่อ LL_{eff} คือ การสูญเสียเลย์ประสิทธิผล

n_i คือ จำนวนตัวนำชั้นที่ i

N คือ จำนวนตัวนำทั้งหมด